

# Mobile RFID를 활용한 과학실험수업 지원 시스템 설계

서정현<sup>0</sup> · 전석주

서울교육대학교 대학원 초등컴퓨터 교육학과

selmer@empal.com, chunsj@snue.ac.kr

## A Study of Science Experiment Supporting System Using Mobile RFID

Jeong-Hyun Seo<sup>0</sup> · Seok-Ju Chun

Dept. of Computer Education, Seoul national University of Education

### 요 약

과학과 정보통신 관련 기술 교육은 그 교육적 잠재력이 무한하고 이에 따른 열의 또한 높아지고 있다. 그러나 기초과학 교육의 산실이라 할 수 있는 초등학교 과학 실험 환경은 매우 열악하여 학생들은 각종 위험 상황에 노출되어있고 교사들은 학생들을 각종 안전사고에서 보호하기 위해 실험 환경을 과도하게 통제하게 되어 학생들은 기본적인 활동에 상당한 제약을 받아 과학에 대한 의욕과 흥미가 저하되는 문제가 발생하게 되었다.

본 연구에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 최근 유비쿼터스(Ubiquitous)컴퓨팅 기술로 주목을 받고 있는 RFID(Radio Frequency IDentification) 기술을 이용하여 실험 약품에 고유의 전자 태그를 부여하고 Mobile RFID 리더기가 장착된 PDA를 이용하여 약품의 개별 정보와 관련 과학 실험 방법을 비롯하여 실시간으로 안전교육을 받을 수 있는 시스템을 통해 안전 조건이 미비한 실험실의 물리적 환경 개선을 통해 보다 능률적이고 심도 있는 과학 실험 환경을 구축할 수 있는 시스템을 설계하였다.

## 1. 서론

### 1.1 연구의 필요성 및 목적

현대의 과학과 정보통신 기술은 급속도로 발전하면서 지식의 양적 팽창과 질적 고도화를 거듭하고 있으며 e-learning을 넘어서 모든 사물이 네트워크를 통해 지능화되는 유비쿼터스(Ubiquitous) 환경을 맞이하고 있다. 정보통신 기술의 발달은 물리적 공간에 존재하는 모든 것(사물, 기계, 동물, 사람 등)에 컴퓨팅과 통신능력을 심고 서로 네트워크로 연결하여 현실공간과 전자공간이 융합된 유비쿼터스(Ubiquitous) 환경을 제공한다. 이러한 '유비쿼터스 환경'은 전통적 IT시스템에 단순한

상거래뿐만 아니라 교육 분야에도 적용되어 미래의 교육환경에 혁신적인 변화를 가져 올 것으로 전망된다.[9]

박민규(2006)는 유비쿼터스 사회에 대응하기 위해 학습자는 정보의 홍수 속에서 문제를 해결하기 위해 문제 상황에서 능동적으로 사고하여 대처할 수 있는 창의성과 다양성을 기르는 것이 중요 인식과 학습자 자신이 학습의 주체임을 자각하고 학습과제에 맞는 정보를 선택하고 재구성하는 구성주의 학습을 강조하였다.

이처럼 과학과 정보통신 기술 관련 교육에 대한 열의가 높고 교육적 잠재력이 무한함에도 불구하고 기초과학 교육의 산실이라 할 수

있는 초등학교 과학 실험에서 학생들은 각종 위험 상황에 노출되어있고 교사들은 학생들을 안전사고에서 보호하기 위해 세심한 관심을 기울이다보니 학생들이 직접 실험 도구와 약품을 선택하고 다루며 가설을 설정하는 기본적인 활동에 상당한 제약을 받아 과학에 대한 의욕과 흥미가 저하되는 문제가 발생하게 되었다. [7]

이런 문제점들과 관련하여 최근 유비쿼터스(Ubiquitous)컴퓨팅 기술로 주목을 받고있는 RFID(Radio Frequency IDentification) 와 PDA(Personal Digital Assistance) 기술을 이용하여 과학 실험 도구에 고유의 전자 태그를 부여하고 Mobile RFID 리더기가 장착된 PDA를 이용하여 모바일 환경에서 실험기구와 약품의 정보와 사용법을 비롯한 안전교육을 실시간으로 제공받을 수 있다면 기존보다 자율적이고 능률적인 실험환경을 제공 받을 수 있을 것이다.[3]

본 연구에서는 Mobile RFID 기술을 과학 실험 교육 지원에 적용하여 그동안 과도하게 통제된 과학 실험 영역에 새로운 학습의 환경을 제공하여 학습자가 자신에게 필요한 실험 정보와 피드백을 적절히 제공받으면서 자기주도적 실험을 전개해 나갈 수 있는 시스템을 설계하였다.

## 1.2 연구의 내용 및 방법

본 연구에서는 학습자들이 과학실험수업에서 자신이 학습하고자하는 주제를 스스로 선정하고 안전하게 실험할 수 있는 환경을 조성하기 위하여 학습자가 스스로 다루기 어려운 실험약품과 전문적인 조작을 필요로 하는 실험도구에 RFID 태그를 부착하여 RFID 리더가 탑재된 PDA를 통해 실시간으로 실험 도구와 취급시 주의해야 할 안전에 관계된 정보를 실시간으로 학습하여 능동적이고 효율적인 과학 실험 환경을 조성하고자 본 시스템을 설계하고자 한다.

이를 위해 현재 Mobile RFID 기술 및 관련 연구 분석을 통해서 학교 현장에 도입되기 위

해 적용할 수 있는 교육학적 이론과 시스템 설계기술 분석을 통해서 기존의 Mobile 교육 시스템 연구의 문제점을 분석하고 본 논문의 보완책을 통해 학습자에게 최대한 효율적이고 체계적인 시스템을 설계하고자 한다.

본 연구의 구성 체계는 다음과 같다.

첫째, 서론에서는 연구의 필요성 및 목적을 명시하고 연구의 내용 및 방법을 기술하였다.

둘째, 관련연구에서는 기존의 Mobile RFID 기술을 분석하고 그것을 기반으로 기존의 웹 기반 과학실험 지원 시스템의 한계와 그에 따른 대안을 모색하였다.

셋째, 시스템 설계에서는 Ennl(1995)의 SUCCEED 동기유발 이론을 바탕 시스템 설계안을 제시하였다.

넷째, 본 연구의 결론에서는 본 연구의 기대효과와 향후 과제를 제시하였다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 과학 불안에 관한 연구 분석

현대과학은 급속도로 발전하며 과학 지식의 양적, 질적 팽창과 질적 고도화를 거듭하고 있으며 과학교육의 방향도 탐구학습을 강조하고있다. 탐구학습 활동의 출발은 학생들로 하여금 과학 현상과의 접촉을 위해서는 자기주도적인 실험실습 활동이 필수조건이라 할 수 있으나 실험실습 활동에서 학생들은 각종 위험 상황에 노출되므로 교사의 세심한 지도를 필요로 한다.

신정미(1988)는 안전에 대한 적극적 주의는 과학실험에서 사고를 막는 예방책과 개개인의 일생을 통해 반영될 마음의 자세를 고취시키는 발판이 된다고 하였다.

그러나 현재 과학 안전을 책임지는 교사를 지원하는 연구와 지원책은 매우 빈약한 실정이다. 이러한 환경은 교사와 학생들로 하여금 과학불안(science anxiety)을 유발시키게 된다.

이제천(1992)은 과학불안을 과학 교과외의 조건적 수행에서 기인하는 긴장(intension)의 경험으로 불안이나 두려움(fear), 근심

(uneasiness, 걱정(worry)등의 내부적 표출 감정이라 하였다. 이러한 과학 불안은 과학 학습 성취도와 부적 상관관계를 유발시켜 성취도에 방해를 주고 있는 불안을 제거 할 수 있는 수업전략으로 활동 중심의 수업, 개념·탐구과정, 태도에 초점을 맞춘 수업활동, 개방적이며 인간적인 교실환경의 조성, 구체적인 자료와 활성화된 수업자료를 이용한 학생들의 기회 선택 부여 등을 들 수 있다.

본 연구에서는 과학 불안 요소를 제거하기 위해 위에 제시한 수업전략을 지원할 수 있는 시스템을 설계하였다.

## 2.2 웹기반 학습에 관한 연구 분석

웹은 종전 매체와 비교했을 때 내용 전달 방법 외에도 다양한 교육적 가치를 가지고 있다. 웹은 학습자를 교실 밖의 세계와 연결시켜줄 뿐만 아니라, 학습자 스스로 학습을 주도해 나갈 수 있는 환경을 제공하고 있어 교수설계에 이익을 가져다 줄 수 있다.

이와 같은 웹 기반 학습의 긍정적인 효과와 부정적인 효과를 비교 해 보면 다음과 같다.

### 2.2.1 웹 기반 과학교육의 긍정적 효과

웹 기반 과학교육의 긍정적 효과는 다음과 같다.

첫째, 다른 매체의 장점을 합친 것이기 때문에 다양한 포맷의 과학 정보를 가상으로 체험 할 수 있다.

둘째, 융통적이며 상호접속성을 가지고 있기 때문에 네트워크를 통한 과학적 탐구학습이나 협력학습에 효과적이다.

셋째, 웹의 정보는 즉각적이며 필요에 따라 신속하게 변경시킬 수 있다. 특히 과학 정보는 시시각각 변화하고 있기 때문에

넷째, 각각의 다른 정보들을 융합시켜 재구성 할 수 있다.

### 2.2.2 웹 기반 과학교육의 부정적 효과

웹 기반 과학교육의 부정적 효과는 다음과 같다.

첫째, 웹을 이용한 과학 수업은 학습자가

웹에 접속할 수 없는 환경에서는 정보전달이 단절되므로 비효과적이다.

둘째, 웹은 자료를 구동할 수 있는 컴퓨터와 주변기기가 고정되어있기 때문에 활동 중심의 실험수업에 적절치 않다.

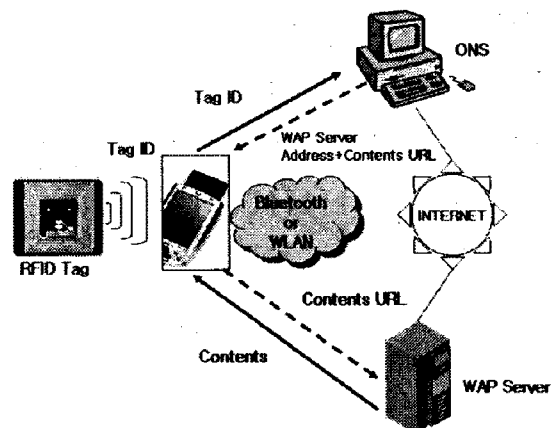
셋째, 웹의 정보가 방대하고 여러 단계로 되어있을 경우 학습자가 학습의 방향을 상실할 수 있다.

위와 같이 웹의 신속성과 상호접속성이 과학 실험 분야에 긍정적 효과를 가지고 있으나 실시간으로 웹에 접속해야 하는 시·공간적 한계로 인하여 그 효율성이 떨어져 학교 현장에서 쉽게 도입되지 않고 있는 것이 현실이다.

이러한 웹 기반 학습의 단점을 보완하기 위해서는 먼저 학습자가 웹에 있는 정보에 쉽게 접근 할 수 있는 환경 구축이 필요하다.

## 2.3 Mobile RFID 시스템 분석

Mobile RFID 시스템은 고유정보를 저장하는 태그, 판독 및 해독 기능을 담당하는 리더, 전송받은 태그ID와 정보를 연결시켜주는 ONS(Object Naming Service)서버, 관련컨텐츠를 링크시켜주는 컨텐츠 서버로 구성되며 구조는 아래 [그림 1]과 같다.



[그림 1 Mobile RFID 시스템의 구조]

RFID는 리더를 통하여 접촉하지 않고 태그의 정보를 판독하는 수직기술이기 때문에 주로 ISM 주파수 대역을 통해서 태그와 리더 사이의 거리가 정해진다.

RFID 태그의 주파수 대역별 특징은 아래 <표 1>과 같다.

<표 1 RFID 태그의 주파수 대역별 특징>

주파수 대역	주요 특징
135KHz	- 시스템 가격이 저렴 - 근거리 용도로 활용
13.56MHz	- 신분증 등 1m 이내 활용 - 데이터 전송의 신뢰도가 높음
UHF	- 433MHz(능동형) - 마이크로파 대역에 비해 인식을 우수
2.4GHz	- 소형, 저가의 태그 리더 가능 - 수분, 금속 환경에서 인식을 저하

본 연구에서 설계하고자 하는 과학실험지원 시스템을 구축하기 위해서는 데이터 전송의 신뢰도가 높고 수분 및 금속 환경에서도 인식이 뛰어나며 두께가 얇은 초박형이어야 하며 마지막으로 근거리 대역에서 인식이 가능한 13.56MHz 주파수 대역의 RFID 태그를 선택하였다. [3]

### 3. 시스템 설계

#### 3.1 시스템의 설계 방향

과학 실험실에서 이루어지는 약품과 실험도구의 상세 정보 및 관련 실험을 효율적으로 안내하기 위하여 Mobile RFID 기반의 PDA 시스템은 학습자원을 이용하는 데 유용한 도구이다. 본 연구에서는 PDA와 학습 콘텐츠를 연계하여 활용하기 위하여 다음과 같은 기본적인 설계 방향을 제시한다.

첫째, 학교 과학 실험실에서 보유하고 있는 약품을 카테고리별로 분류하여 고유의 ID를 부여한다. 각각의 ID는 학년/단원별 실험을 안내할 수 있는 멀티미디어 콘텐츠와 연계되어 한 번의 태그정보 입력으로 약품 및 실험기구 정보와 관련 학습 콘텐츠를 제공받을 수 있도록 설계하였다.

둘째, 과학 실험을 통해 학습한 정보를 DB 서버에 탑재된 평가 콘텐츠를 통해 온라인으로 수행평가가 이루어질 수 있게 하여 PDA의 장점을 최대한 활용하였다.

셋째, 학습자가 추가 정보를 필요로 할 경우 모바일 인터넷 브라우저를 통해 학습정보 검색 사이트에 연결하여 정보 선택의 폭을 넓혔다.

#### 3.2 SUCCEED모델의 단계별 학습 전략

Ennl의 SUCCEED 모델을 과학실험 지원 시스템에 적용하면 다음과 같다.

Mobile RFID 환경의 과학 실험 수업은 학습자가 리더기가 탑재된 PDA를 활용하여 실제 학습활동을 전개하는 핵심적인 과정이며 설계, 실험, 관찰, 조사, 평가 등의 구체적인 활동이 이루어져야 한다. 학습자는 실험을 하기 전에 Uncover 단계에서 각 실험도구 또는 약품에 대한 충분한 정보를 얻고 평가를 거친 후에 실험에 임한다. PDA는 학습자가 안전하게 실험에 임할 수 있도록 멀티미디어를 통한 교육 콘텐츠를 제공하고 학습자는 Compile 단계에서 스스로 실험 방향을 설계하고 Evaluate 단계에서 설계를 바탕으로 실험에 임한다. Establish 단계에서는 PDA에 내장된 수행평가 모듈을 통해 학습 성취도를 평가받고 마지막으로 Determine 단계에서 평가 결과를 바탕으로 실험 과정 및 결과를 반성하고 후속 실험에 반영한다.

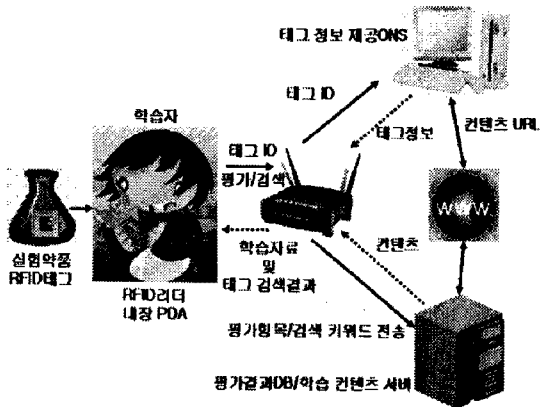
<표 3 SUCCEED모델 활용 과학실험전략>

단 계	단계별 학습 전략
Select	PDA를 이용하여 서버에 접속 로그인 및 활동 주제 인지 교사의 안내에 따라 소집단 구성 소집단별로 주제에 따른 활동 설계
Uncover	Mobile RFID 태그를 이용하여 카 테고리별로 구분되어있는 실험 재 료 선정
Collect	RFID 리더를 각 실험도구 또는 약 품 태그에 반응시켜 관련 정보 및 안전교육시청 실험 재료 선택 및 실험 설계
Compile	태그 추가정보 기능을 이용하여 실험 재구성
Evaluate	태그를 통해 선택한 재료 정보를 바탕으로 평가, 분석, 종합
Establish	학습 문제 해결 보고서 작성
Determine	실험 과정 평가 및 재료 선택의 유용성 검증

#### 3.3 과학실험 지원 시스템 설계

본 시스템은 약품 또는 실험기구에 부착된 RFID 모듈과 학습자 모듈, 콘텐츠 제공 서버 모듈로 설계하였으며 각 모듈간의 정보는 무

선인식 태그 기능과 WLAN 기능을 통해 연결된다. 시스템의 전체 구조도는 아래 [그림 2]와 같다.



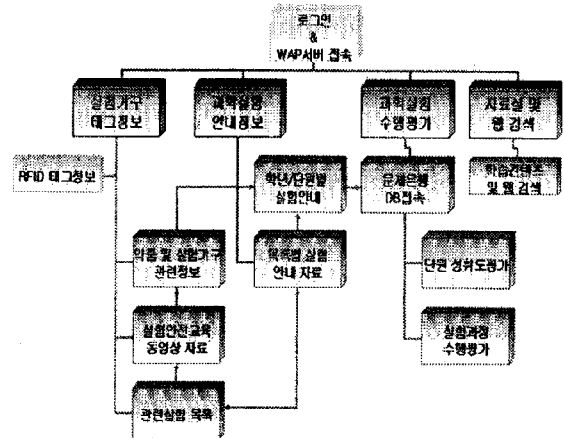
[그림 2 과학실험 지원 시스템의 구조]

학습자가 실험에 필요한 약품에 RFID 통신을 실시하면 PDA는 태그 ID를 무선랜을 통해 태그정보를 제공하는 ONS(Object Naming Service) 서버에 전송한다. 이 때 ONS는 태그 ID와 일치하는 약품 정보와 컨텐츠 URL을 전송한다. 학습자가 태그 ID에 관련된 학습정보 및 안전교육정보를 얻으려면 ONS 서버로부터 전송된 컨텐츠 URL로 연결된 컨텐츠 서버로부터 관련 정보를 선택하여 제공 받을 수 있다.

또한 컨텐츠 서버에 없는 정보가 필요할 경우 모바일 브라우저를 통해 무선으로 인터넷 검색페이지에 접속하여 필요한 학습정보를 검색할 수 있다.

메뉴 구조는 '실험기구 태그정보', '과학실험 안내정보', '과학실험 수행평가', '자료실 및 웹 검색' 4개의 영역으로 구성되며 '실험기구 태그정보'와 '과학실험 안내정보'는 상호 연동되며 '과학실험 안내정보'는 '과학실험 수행평가' 메뉴에 있는 문제은행 DB와 연계되어 학습자의 입력 회수를 최소화 하며 다양한 정보를 접할 수 있게 설계하였다.

이 시스템은 크게 네 가지 메뉴로 구성되며 시스템 구성도는 [그림 3]과 같다.



[그림 3 시스템 메뉴 구성도]

### 1) 실험기구 태그정보

학습자는 PDA에 로그인 후 사전에 실험계획 또는 '과학실험 안내정보' 메뉴에서 해당 실험에 필요한 약품과 실험기구를 선택한다. 다음으로 RFID리더를 실험약품에 부착된 태그에 반응시켜 관련정보를 학습하고 컨텐츠 서버로부터 제공된 취급 관련된 안전교육 동영상 시청한다.

### 2) 과학실험 안내정보

실험 약품과 도구에 대한 충분한 숙지가 이루어진 후 관련실험 목록에 링크된 '과학실험 안내정보' 학년/단원별 실험 또는 태그정보로부터 링크된 실험정보를 선택하여 실험 과정과 관련지식을 학습한다.

### 3) 과학실험 수행평가

계획에 따른 실험 후 '과학실험 수행평가' 모듈을 통해 실험 가설에 따른 단답형 문제와 터치스크린을 이용한 간단한 그림, 그래프 그리기 활동이 제시되며 해당 실험에 대한 수행평가가 이루어진다. 수행평가 결과는 DB서버에 무선으로 전송되고 이를 통해 학습자에 대한 평가결과는 교사의 수업개선 자료로 활용된다.

### 4) 자료실 및 웹 검색

학습자는 위 세 가지 메뉴를 거치지 않고 컨텐츠 서버에 탑재된 학습정보를 제공받을 수 있다. 이 메뉴에서는 PDA의 기능 구현 한계를 감안하여 텍스트 인덱스 중심 메뉴로 구성되며 간단한 검색창을 통한 검색으로 카데

고리별로 분류된 학습 콘텐츠 URL에 접속할 수 있다. 또한 콘텐츠 서버에 내장되지 않은 정보는 무선랜을 통한 인터넷 모바일 검색사이트를 이용할 수 있는 인터페이스를 제공한다.

#### 4. 결론 및 제언

유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 학습자가 콘텐츠를 원하는 때(AnyTime), 원하는 장소(AnyWhere)에서 가장 편리한 방(Convenient Way)으로 제공 받는것을 의미한다. 그러한 의미에서 기존의 WBI 교육과 e-러닝 교육은 시공간의 한계를 극복하지 못하고 오프라인 교육 콘텐츠를 웹에 그대로 옮긴 것에 불과하다는 비판을 피하기 어려웠다.

따라서 본 연구에서는 현재 모바일 기술의 핵심이라 할 수 있는 RFID(Radio Frequency IDentification)기술과 PDA(Personal Digital Assistance)기술을 접목시켜 정보가 필요한 학습 콘텐츠에 가장 쉽게 접근하여 가장 빠른 시간에 학습에 필요한 정보를 제공 받을 수 있는 환경을 설계하였다.

학습자는 Mobile RFID 시스템을 이용하여 이동하며 실험에 필요한 약품의 정보와 안전수칙을 멀티미디어로 학습 할 수 있어 교사와 학습자의 과학불안요인을 제거하는 데 도움을 줄 것이다.

향후 연구방향은 다음과 같다.

첫째, 현재 운영되고 있는 Mobile RFID 시스템은 PDA에 RFID 리더기를 탑재시켜 특정 지역에서 태그 ID를 획득하여 ONS를 통해 태그 ID와 매핑되는 URL을 얻어오는 것에 그치고 있지만 학교 교육 현장에 도입하기 위해서는 적용형 웹 시스템과 결합한 적용형 콘텐츠 제공시스템에 대한 연구가 필요하다.

둘째, 현재 시판중인 PDA와 RFID리더기, 태그의 가격이 비교적 높기 때문에 이를 교육 현장에 도입하기 위해서는 단말기의 가격 인하가 선행되어야한다. 현재 RFID 관련 장비는 가격은 꾸준히 하락하는 추세여서 향후 관련 교육용 시스템에 표준화된 자이의 대량생산이 이루어져야 할 것이다.

셋째, 현재 RFID 기술 연구는 물류와 기계공학 분야에 치중해 있으며 아직까지 교육현장에 적용할 만한 선행연구 사례가 거의 없는 실정이다. 그래서 교육전문가와 시스템 전문개발자가 협력하여 학교의 u-러닝 환경 구축을 위해 많은 연구가 필요하다.

#### 참고문헌

- [1] 김정보, "한국 정보교육학회 정관", 한국정보교육학회 1997년 하계 학술발표논문집, 제 1권, 제 1호, pp.211-216, 1997.
- [1] 공창수, "m-Learning 환경에서 교수-학습,모형에 관한 연구", 2005 경인교육대학교대학원 석사학위 논문
- [2] 이연희, "모바일 PDA를 활용한 박물관 전시 지원 시스템에 관한 연구", 2002, 연세대학교대학원 석사학위 논문
- [3] 고금렬, "RFID를 이용한 적용형 모바일 콘텐츠 제공시스템 설계 및 구현", 2005, 단국대학교대학원 석사학위 논문
- [4] 손지현, "PDA 기반의 모바일 학습 교육 시스템 설계 및 구현", 2004, 부산대학교대학원 석사학위 논문
- [5] 장호식, "HCI를 적용한 학습자 중심 모바일 학습 시스템의 설계 및 구현", 2003, 한국교원대학교 석사학위 논문
- [6] 우영숙, "E-learning 환경에서 사용자 인터페이스를 고려한 교육용 콘텐츠의 설계 및 구현", 2005, 한국교원대학교 석사학위 논문
- [7] 김승이, "초등학교 과학 탐구능력 신장을 위한 ARCS 동기유발 전략을 적용한 생명영역 웹 코스웨어의 설계 및 구현", 2004, 한국교원대학교 석사학위 논문
- [8] 권태형, "초등교사들의 자연과 교수지도에 대한 과학불안도 및 태도 인식 조사", 1997, 한국교원대학교 석사학위 논문
- [9] 이근호, "무선인식(RFID) 기술", 2006, TTA저널 89호
- [10] 유비유, <http://ubiu.com>
- [11] 한국RFID/USN협회, <http://edu.karus.or.kr>